

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

ROBERTO CÉZAR CARDOSO DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES
COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA SIMULADA**

**João Pessoa – PB
2018**

ROBERTO CÉZAR CARDOSO DE OLIVEIRA

**INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES
COM RIZOGÊNESE INCOMPLETA SIMULADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Odontologia, da Universidade
Federal da Paraíba em cumprimento
às exigências para conclusão.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Farias Rocha Lima

João Pessoa – PB
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

O48i Oliveira, Roberto Cezar Cardoso de.
INFLUÊNCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO EM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES COM
RIZOGÊNESE INCOMPLETA SIMULADA / Roberto Cezar Cardoso
de Oliveira. - João Pessoa, 2018.
48 f. : il.

Orientação: Thiago Lima.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCS.

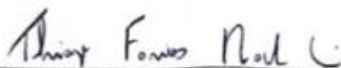
1. Revitalização pulpar, resistência à fratura. I.
Lima, Thiago. II. Título.

UFPB/BC

ROBERTO CÉZAR CARDOSO DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
em Odontologia, da Universidade
Federal da Paraíba em cumprimento às
exigências para conclusão.

Monografia aprovada em 12 / 06 / 2018



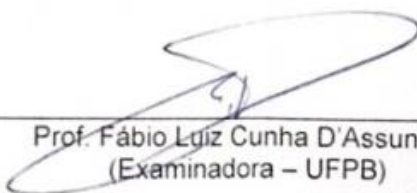
Prof. Thiago Farias Rocha Lima
(Orientador – UFPB)



Prof. Juan Ramon Salazar Silva
(Examinador – UFPB)



Prof. Esio de Carvalho Coelho Junior
(Examinadora – UFPB)



Prof. Fábio Luiz Cunha D'Assunção
(Examinadora – UFPB)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, pela força e perseverança. Aos meus pais Carlos Roberto e Clauzenilde Cardoso, por todo o apoio e ensinamentos durante a minha vida.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e determinação para não desistir e continuar lutando pelo meu sonho e objetivo de vida. A Ele toda honra e glória agora e para sempre;

À minha família, em especial à minha mãe **Clauzenilde**, meu pai **Roberto**, minha irmã **Anna Raquel**, minha avó **Maria das Neves** e minhas tias **Edileuza**, **Claudenice**, **Claudete**, **Tânia**, **Maria José** e **Danielle** por todo apoio durante a minha vida e nos momentos mais difíceis dessa jornada para que meu sonho pudesse vir a se tornar realidade. Amo todos vocês e obrigado por tudo;

In memoriam ao meu irmão **Márcio** e aos meus avós, **Antônio**, **Manoel** e **Maria Neves**, por terem sido a base da minha família;

Aos meus primos, **Rafael**, **Samuel**, **Fernanda**, **Ana Luiza**, **Ana Letícia**, **Thiago**, **Bruno**, **Terta** e **Matheus**, que são para mim como irmãos;

Aos meus amigos, em especial **Yuri**, **Davi**, **Lucas**, **Carlos**, **Morgana**, **Leila**, **Natália** e **Arauana**, que me acolheram como família e estiveram juntos comigo durante inúmeros momentos felizes, vocês estarão para sempre guardados no meu coração;

À amiga **Monnice**, pelo companheirismo durante todo período de pesquisa, pelas conversas, pelo apoio e pela compreensão;

Ao meu orientador e amigo Professor **Thiago Farias**, por toda ajuda, dedicação e guia durante meu processo de formação, tendo se tornado uma referência para mim, tanto profissional quanto pessoalmente;

Ao Professor **Ramon Salazar**, pela paciência e amizade que sempre demonstrou, passando seu conhecimento da melhor forma possível, sempre exigindo excelência;

Ao Professor **André Ulisses**, pela confiança ofertada no uso do laboratório e instrumentos por eles administrados, assim como ser um grande docente;

Aos amigos **José Cordeiro e Rebeca** pela disponibilidade e pela ajuda no uso dos equipamentos e aprendizado da metodologia;

À todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte dessa jornada, eu agradeço do fundo do meu coração.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na resistência à fratura de dentes com rizogênese incompleta simulada. A amostra foi constituída por 72 incisivos bovinos, seccionados coronalmente, apicalmente e fragilizados internamente para simular dentes com ápice aberto. Os espécimes foram divididos em 4 grupos, de acordo com o protocolo de descontaminação passiva preconizada na revitalização pulpar: grupo H_{1,5} – Irrigação com 20 ml de Hipoclorito de Sódio a 1,5%; grupo H_{2,5} – Irrigação com 20 ml de Hipoclorito de Sódio a 2,5%; grupo H_{5,25} – Irrigação com 20 ml de Hipoclorito de Sódio a 5,25%, e grupo controle – irrigação com soro fisiológico. Em todos os grupos o tempo de irrigação foi de 5 minutos. Após a simulação do ligamento periodontal, os dentes foram submetidos ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaios mecânicos. Para verificar se houve diferença na resistência à fratura após os diferentes protocolos de irrigação foi aplicado o ANOVA one-way. O teste de correlação de Spearman foi aplicado para verificar se houve relação entre a concentração do hipoclorito e a resistência à fratura. Os resultados revelaram que a média de resistência a fratura foi de 901,84, 831,29 e 829,84 para os grupos H_{1,5}, H_{2,5} e H_{5,25}, respectivamente. O grupo controle a média foi de 915,71. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos ($p=0.476$ / ANOVA). Não houve relação entre o aumento da concentração do hipoclorito e a diminuição da resistência à fratura ($p=0.282$ / Correlação de Spearman). Conclui-se que as concentrações, no tempo e volume utilizados, não causaram diminuição da resistência à fratura.

Palavras-chave: Revitalização pulpar, resistência à fratura, hipoclorito de sódio.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of different concentrations of sodium hypochlorite on fracture resistance of simulated immature teeth. The sample consisted of 72 bovine incisors, sectioned coronally and apically and internally fragilized to simulate teeth with incomplete root formation. The specimens were divided into 4 groups, according to the passive decontamination protocol recommended for pulp revitalization: group H_{1,5} - Irrigation with 20 ml of 1.5% Sodium Hypochlorite; group H_{2,5} - Irrigation with 20 ml of 2.5% Sodium Hypochlorite; group H_{5,25} - Irrigation with 20 ml of 5.25% Sodium Hypochlorite, and control group - irrigation with saline solution. In all groups, the irrigation protocol was performed by 5 minutes. After the simulation of the periodontal ligament, the teeth were fractured in a universal mechanical test machine. ANOVA and Correlation Spearman test were used for statistical analysis. The results showed that the mean fracture resistance (Newton) was 901.84, 831.29 and 829.84 for the groups H_{1,5}, H_{2,5} and H_{5,25}, respectively. The control group mean was 915.71. No significant differences were found between groups ($p = 0.476$ / ANOVA). There was no relationship between increased sodium hypochlorite concentration and decreased fracture resistance ($p = 0.282$ / Spearman Correlation). It was concluded that the concentrations, in the time and volume used in this study, did not cause a statistical decrease in fracture resistance.

Key words: Pulp revitalization, fracture resistance, sodium hypochlorite.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	11
2.1. REVITALIZAÇÃO PULPAR	11
2.2. HIPOCLORITO DE SÓDIO X REVITALIZAÇÃO PULPAR	20
2.2.1. EFEITO DO HIPOCLORITO DE SÓDIO SOBRE AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA DENTINA.....	23
3. PROPOSIÇÃO	28
3.1. OBJETIVOS GERAIS	28
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. METODOLOGIA.....	29
4.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA	30
4.2. PREPARO DOS ESPÉCIMES	30
4.3. DIVISÃO DOS GRUPOS	31
4.4. DESCONTAMINAÇÃO PASSIVA	32
4.5. SIMULAÇÃO DO LIGAMENTO PERIODONTAL	32
4.6. RESISTÊNCIA À FRATURA	34
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
5. RESULTADOS	36
6. DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

O tratamento mais conhecido pelo cirurgião-dentista para dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar é a apicificação, que objetiva a formação de uma barreira apical que permita a posterior obturação do canal. Para isso, medicações intracanaís à base de hidróxido de cálcio são utilizadas ou um tampão apical de MTA ou Biodentine é realizado (MELIGY; AVERY, 2006; RAJASEKHARAN et al., 2014). Porém, devido ao incompleto desenvolvimento radicular e a realização da instrumentação mecânica, a apicificação faz com que o dente permaneça fragilizado, com pouca espessura dentinária, o que o torna mais susceptível a fraturas radiculares cervicais (CVEK, 1992).

Atualmente, a revitalização pulpar é a opção de tratamento mais indicada para dentes jovens necrosados. O primeiro relato de caso foi descrito por Iwaya, Ikawa e Kubota em 2001, onde trataram um segundo pré-molar com ápice aberto, diagnosticado com periodontite apical e fístula. O tratamento foi realizado em múltiplas sessões, não houve instrumentação do canal radicular, sendo realizada apenas uma irrigação copiosa com hipoclorito de sódio 3% e peróxido de hidrogênio 5% e uma medicação intracanal, que associa ciprofloxacina, metronidazol e minociclina foi utilizada por 4 semanas. Na última sessão, a medicação foi removida, uma fina camada de hidróxido de cálcio foi inserida em contato com o tecido pulpar e a cavidade de acesso selada com cimento de ionômero de vidro e resina composta. Após preservação de 30 meses após o tratamento, foi possível observar a remissão dos sinais e sintomas e a continuação do desenvolvimento radicular do elemento.

Os autores, que se tornaram uma referência para pesquisadores na área de endodontia regenerativa, utilizaram o termo revascularização para esse procedimento. Entretanto, Galler (2016), em uma recente revisão de literatura, recomendou que o termo revitalização era mais indicado.

A partir do primeiro relato, vários casos clínicos foram publicados a seguir (BANCHS; TROPE, 2004; THIBODEAU; TROPE, 2007; COTTI; MEREU; LUSSO, 2008; SHAH et al., 2008; THIBODEAU, 2009), porém não havia uma padronização técnica. Os pesquisadores recomendavam, durante a descontaminação passiva, o uso de hipoclorito de sódio, contudo não havia um consenso em relação a sua concentração. Alguns autores utilizaram tal substância na concentração de 5,25% (BANCHS; TROPE, 2004; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; DING et al., 2009),

outros autores na de 2,5% (CHUEH et al., 2009; JUNG et al., 2011; JADHAV; SHAH; LOGANI, 2012) e outros na de 1,5% (HARGREAVES; DIOGENES; TEIXEIRA, 2013) (ANTUNES et al., 2015; GALLER et al., 2016; DIOGENES; RUPAREL, 2017).

O hipoclorito de sódio possui ação antimicrobiana e de dissolução de tecidos orgânicos devido a sua capacidade oxidante e hidrolisante, por este motivo é amplamente usado como solução irrigadora na endodontia, em concentrações variáveis, para se obter o melhor resultado clínico possível (CLARKSON; MOULE, 1998, GOMES et al., 2001). Porém, ele não possui seletividade para sua ação, tendo assim efeitos deletérios sobre a matriz orgânica da dentina, a qual constitui 22% de sua massa e é responsável por parte de suas propriedades mecânicas (GUERISOLI; SOUSA NETO; PÉCORA, 1998; SOUZA et al., 2014; VIDAL et al., 2017).

Vários estudos já demonstraram que o hipoclorito de sódio possui ação sobre as propriedades mecânicas da dentina a depender de sua concentração usada, e esse efeito pode ser especialmente mais evidente em dentes já fragilizados, com pouca espessura de dentina, pois as áreas mais afetadas são justamente as mais próximas ao canal radicular, pela maior exposição ao hipoclorito de sódio (SIM et al., 2001; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; MARENDING et al., 2007).

Além do efeito sobre as propriedades mecânicas da dentina, também tem sido mostrado que altas concentrações de hipoclorito de sódio tem um efeito citotóxico sobre as células-tronco da papila apical, as quais são uma parte fundamental para o sucesso do tratamento de revitalização pulpar, que busca a diferenciação e multiplicação dessas células para a continuação do desenvolvimento radicular (TREVINO et al., 2011; MARTIN et al., 2014)

A avaliação da influência da concentração do hipoclorito de sódio sobre a resistência da dentina em elementos já fragilizados é de suma importância devido à falta de padronização nos procedimentos de revitalização pulpar, sendo a tendência atual buscar um balanço entre a ação antimicrobiana, a ação citotóxica sobre as células-tronco da papila apical (MARTIN et al., 2014), e a ação sobre a estrutura orgânica dentinária, o que pode afetar a resistência radicular, provocar fraturas e a consequente falha do tratamento. Portanto, é objetivo deste trabalho avaliar a influência do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na resistência à fratura de dentes com rizogênese incompleta simulada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Revitalização Pulpar

O tratamento de dentes com rizogênese incompleta e necrose pulpar sempre foi um desafio na prática clínica. A busca por uma nova alternativa que possibilitasse o aumento da resistência de dentes imaturos foi imprescindível, visto que o tratamento de escolha até então era a apicificação, que fragiliza a raiz e incorre em falhas clínicas devido à fratura radicular, como observado por Cvek (1992).

O campo da endodontia regenerativa teve uma grande evolução ao longo da década passada e dessa, a partir do primeiro relato de caso de revitalização pulpar realizado (IWAYA; IKAWA; KUBOTA, 2001). Em 2004, Banchs e Trope (2004) também publicaram um outro caso de revitalização, cuja técnica utilizada tornou-se referência para os pesquisadores atuais. Esses autores realizaram a revitalização em um dente permanente jovem diagnosticado com abscesso crônico. Após o acesso, foi realizado uma descontaminação passiva, por meio de uma irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25% e de clorexidina a 0,12%. Em seguida, o canal foi seco com pontas de papel absorventes e uma mistura de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina foi inserida como medicação intracanal, que foi então selado com restaurador provisório. O paciente retornou 26 dias após o primeiro atendimento sem apresentar dor e com remissão da fístula. Após o acesso, a medicação intracanal foi removida através de irrigação com 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25%. Os autores realizaram a secagem do canal com pontas de papel absorvente e utilizaram uma lima tipo K para estimular um sangramento. Por fim, após a obtenção de um coágulo foi inserido MTA sobre este, seguido de uma pelota de algodão úmida e restauração provisória. Após 2 semanas o paciente retornou, assintomático e o algodão e restauração provisória foram substituídos por uma restauração definitiva de resina composta. Foram realizadas consultas de acompanhamento 6, 12, 18 e 24 meses após o procedimento, onde foi observado radiograficamente a cura da lesão periapical e continuação do desenvolvimento radicular, com o fechamento do ápice e aumento da espessura das paredes radiculares.

Atualmente, o protocolo técnico da revitalização pulpar sofreu algumas modificações dos primeiros casos publicados. De acordo com a Associação Americana de Endodontia, tal procedimento deve ser realizado em duas ou mais

sessões, apesar de haver relatos de casos em sessão única (SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; MCCABE, 2014;). Na primeira sessão, recomenda-se a realização da cavidade de acesso, irrigação com 20ml de hipoclorito de sódio em baixas concentrações durante 5 minutos, irrigação com soro fisiológico ou 20ml de EDTA a 17% e inserção de uma medicação intracanal de hidróxido de cálcio ou de pastas antibióticas. Por fim, realiza-se um selamento coronário. Na segunda sessão, realiza-se uma irrigação com 20ml de EDTA a 17% durante 5 minutos. Após a secagem do canal com pontas de papel absorventes, deve-se induzir o sangramento por uma irritação mecânica pela introdução de uma lima no tecido periapical, a fim de permitir que o canal se encha de sangue até 2mm abaixo da margem gengival. Espera-se a formação do coágulo por 15 minutos e insere-se uma matriz de colágeno para permitir a adaptação do MTA. Finalmente, aplica-se cimento de ionômero de vidro e restaura-se a cavidade com resina composta. Para se obter o sucesso clínico ao final desse procedimento, três fatores devem ser levados em consideração: a desinfecção, o recrutamento de células-tronco da papila apical e o estabelecimento de um arcabouço, e o selamento coronal com uma barreira e uma restauração definitiva (DIOGENES e RUPPAREL, 2017).

A medicação intracanal é usada de forma a potencializar a desinfecção, e deve permanecer de 1 a 4 semanas no canal (GALLER et al., 2016). Medicações a base de hidróxido de cálcio e pastas antibióticas em baixas concentrações podem ser utilizadas. Entre as pastas antibióticas, a mais conhecida é a pasta tripla antibiótica, composta de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina (DING et al., 2009; SAOUD et al., 2014; NAGATA et al., 2014; EL ASHIRY et al., 2016), porém seu uso está ligado a descoloração dental devido à presença de minociclina (LENHERR et al., 2012; KAHLER; ROSSI-FEDELE, 2016). Para minimizar tais efeitos, tem sido recomendado o uso de uma pasta dupla antibiótica, contendo somente metronidazol e ciprofloxacina (GALLER et al., 2016; LI et al., 2017;). Apesar da recomendação do hidróxido de cálcio, foi observado por Sahebi, Moazami e Abbott (2010) que o uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal causou significativa diminuição da resistência à compressão da dentina.

Muito tem se discutido sobre o tipo de tecido formado no interior do canal após a revitalização pulpar. Shimizu et al. (2013) ao analisar amostras histológicas de um dente humano 26 meses após um tratamento de revitalização pulpar considerado de sucesso e que precisou ser extraído devido à uma fratura horizontal da coroa à nível

cervical, observaram que o desenvolvimento radicular conseguido após o tratamento foi dado pela deposição apical de um tecido semelhante ao cimento, e não de dentina, que poderia ser devido a células remanescentes da bainha epitelial de Hertwig. Ainda, através de análise imunohistoquímica, observaram que o tecido mineralizado formado no interior do canal era mais semelhante ao cimento e ao osso, devido à ausência da estrutura tubular da dentina. Concluíram também que não houve regeneração pulpar, mas sim cicatrização.

Em um outro trabalho, Shimizu et al. (2012) realizou análise histológica de um dente permanente jovem com pulpíte irreversível após procedimento de revitalização, que necessitou ser extraído devido a uma fratura coronária. Os resultados revelaram que houve o desenvolvimento de um tecido conjuntivo frouxo com poucas fibras colágenas, sem nenhum sinal de inflamação. O tecido formado, sem fibras nervosas e com células semelhantes a odontoblastos e células semelhantes a células da bainha epitelial de Hertwig, era similar a uma polpa imatura. Os autores concluíram que foi possível observar sinais de regeneração pulpar, com o crescimento de um tecido semelhante a polpa, porque tanto as células da bainha epitelial de Hertwig quanto as células da papila apical sobreviveram em um dente diagnosticado com pulpíte irreversível, sendo estes casos os ideais para os procedimentos de revitalização pulpar, desde que essa inflamação não seja somente coronária, onde é preferível realizar a apicigênese.

Vários trabalhos foram publicados a fim de verificar o sucesso da revitalização pulpar. Ding et al. (2009) realizaram um estudo para avaliar o tratamento de revitalização pulpar em pacientes com periodontite apical em dentes permanentes jovens. A amostra foi constituída por 12 pacientes com idades entre 8 e 11 anos, com dentes com patologia apical aguda ou crônica, porém devido à problemas durante o estudo, somente 3 pacientes concluíram o tratamento e o acompanhamento até o final. Os procedimentos de revitalização pulpar consistiram em realizar a descontaminação passiva com irrigação de hipoclorito de sódio a 5,25%. Para os elementos com periodontite apical crônica os canais foram secos com pontas de papel absorvente e uma mistura de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina foi inserida como medicação intracanal e deixada por 7 dias. Os elementos com abscesso periapical agudo foram deixados abertos durante 3 dias para drenar, com pelota de algodão na câmara pulpar, sendo após isso submetidos à mesma medicação intracanal que os elementos em fase crônica, por 7 dias. Na segunda consulta, a

medicação intracanal foi removida com irrigação de hipoclorito de sódio a 5,25%, os canais secos com pontas de papel e então uma lima tipo K foi inserida para induzir um sangramento apical para formação do coágulo sanguíneo, onde sobre este foi inserido MTA. Logo após, o dente foi restaurado. Dos 12 pacientes, 2 relataram dor e descontinuaram o tratamento, em outros 4 não foi conseguido um coágulo sanguíneo após a sobreinstrumentação, e foram excluídos do estudo. Dos 6 restantes, 3 não compareceram à nenhuma das consultas de retorno e também foram excluídos. Os resultados mostraram que os 3 elementos que receberam o tratamento obtiveram total fechamento apical e recuperaram gradualmente a resposta ao teste de sensibilidade pulpar pelo teste elétrico, com uma resposta similar à dentes controle, 12 a 15 meses após o tratamento. Com base nos resultados, os autores concluíram que a revitalização pulpar em dentes permanentes jovens com periodontite apical é possível, podendo os dentes tratados até recobrem a resposta aos testes pulpares, devendo esse tratamento ser preferível a apicificação.

Nagata et al. (2014) realizaram um estudo prospectivo para avaliar os resultados do tratamento de dentes permanentes jovens necrosados devido ao trauma, tratados com dois protocolos de revitalização pulpar. No primeiro, a pasta tripla antibiótica (PTA) foi usada como medicação intracanal, e no segundo protocolo, se utilizou uma mistura de hidróxido de cálcio e clorexidina gel a 2% (CHP). A amostra foi constituída por 23 pacientes com idades entre 7 e 17 anos. Para o procedimento de descontaminação passiva foi usado 20ml de hipoclorito de sódio a 6%, que foi inativado logo após com 5ml de tiosulfato de sódio a 5% durante 1 minuto, seguido de irrigação com 10ml de soro fisiológico e 10ml de clorexidina a 2%. A ação da clorexidina foi neutralizada com Tween 80 a 5% e lecitina de soja a 0,07%, para reduzir o efeito carreador da clorexidina e assim prevenir seus efeitos citotóxicos contra as células-tronco da papila apical. Para o grupo da PTA o canal foi seco com pontas de papel absorventes e uma mistura de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina foi inserida e deixada por 21 dias. Para o grupo da CHP o canal foi seco com pontas de papel e uma mistura de hidróxido de cálcio e cloredixina gel a 2% foi inserida e deixada por 21 dias. Para ambos os grupos, a cavidade de acesso foi selada provisoriamente com coltosol e resina composta. Na segunda consulta, foi realizada irrigação com soro fisiológico estéril para a remoção da medicação intracanal, e uma irrigação final com 3ml de EDTA a 17% durante 3 minutos, e então foi inserida uma lima tipo K no canal, 2mm além do forame, para estimular o sangramento e se obter um coágulo sanguíneo.

Uma esponja de colágeno foi inserida acima do coágulo para facilitar a inserção do MTA, e então a cavidade de acesso foi novamente selada com coltosol e resina composta. Pacientes de ambos os grupos foram preservados 1, 3, 6, 9, 12, 15 e 19 meses após o tratamento. Clinicamente foi verificada a presença de sensibilidade pulpar, dor espontânea, dor à palpação, fístula, inchaço e descoloração coronária. No exame radiográfico verificou-se a presença de lesão periapical, fechamento apical, comprimento e espessura radicular. A análise radiográfica foi realizada por dois endodontistas treinados, comparando as radiografias iniciais e de acompanhamento. Os resultados revelaram que ambos os grupos diminuíram dor espontânea, dor à percussão e palpação, fístula e inchaço. O grupo da PTA mostrou significativa diminuição da dor espontânea, dor à percussão horizontal e à palpação. O grupo da CHP mostrou significativa diminuição da dor à percussão vertical. Em ambos os grupos nenhum dente recuperou resposta ao teste de sensibilidade pulpar. Descoloração coronal foi um achado em 83,3% dos dentes do grupo da PTA, e em 27,3% do grupo da CHP. No exame radiográfico todos os dentes da PTA mostraram significativa reparação de lesões periapicais, enquanto no grupo da CHP todos com exceção de um tiveram completa remissão de lesões periapicais. Fechamento apical foi um achado significativo nos dois grupos. Aumento do comprimento radicular foi observado em 5 dentes do grupo da PTA e em 3 dentes do grupo da CHP, enquanto o espessamento das paredes radiculares foi observado em 5 dentes de cada grupo. Com base nos resultados obtidos os autores concluíram que os dois protocolos obtiveram resultados semelhantes tanto clínica quanto radiograficamente, porém o uso da PTA causou descoloração, podendo seu uso ser desvantajoso quando comparado com a CHP.

Saoud et al. (2014) verificaram os resultados da terapia de revitalização em dentes jovens necrosados devido ao trauma, por meio de análise clínica e radiográfica. Foi realizado um estudo de coorte prospectivo, onde 20 dentes anteriores jovens permanentes foram submetidos a um tratamento de revitalização padronizado. A preservação ocorreu por 1 ano. O tratamento de revitalização foi realizado com hipoclorito de sódio a 2,5% para a descontaminação passiva, seguido de uma irrigação com soro fisiológico estéril e secagem, para então ser feita a inserção da medicação intracanal, constituída de ciprofloxacina, metronidazol e minociclina, que permaneceu no canal por 2 semanas. Na segunda consulta, caso os sinais e sintomas continuassem a se apresentar, era refeito o protocolo do primeiro atendimento e nas

situações onde se identificasse a remissão da sintomatologia, a medicação intracanal era removida através de irrigação com soro fisiológico estéril e o canal seco com pontas de papel, para então realizar a estimulação do sangramento apical por meio de uma lima tipo K, 2mm além do forame apical. Após a formação do coágulo, foi inserido MTA e o dente foi restaurado usando resina composta. Os pacientes foram acompanhados por 1, 3, 6, 9 e 12 meses após a realização do tratamento de revitalização pulpar, sendo avaliado presença de dor, integridade da restauração, resultado do teste de sensibilidade pulpar, teste de palpação e percussão, mobilidade, lesão apical, inchaço e sondagem periodontal. Na avaliação radiográfica, foram verificados a espessura radicular, comprimento da raiz e o diâmetro apical previamente ao tratamento e em cada consulta de acompanhamento, usando o software *ImageJ*. Os resultados revelaram que em todos os casos os sinais e sintomas de infecção ativa foram solucionados até a consulta de 3 meses, e ainda nenhum dos elementos tratados recobrou resposta positiva para o teste de sensibilidade pulpar até a visita de 12 meses. 90% dos dentes tiveram resolução da lesão periapical após um ano, e ainda 55% apresentaram total fechamento apical até ao final do período de preservação. Houve um aumento, em média, de 21% da espessura radicular. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que o tratamento de revitalização pulpar tem uma alta taxa de sucesso a curto prazo, sendo o fechamento apical o achado radiográfico mais robusto e previsível, seguido do espessamento das paredes radiculares e apenas modestas mudanças no comprimento radicular puderam ser observadas.

Antunes et al. (2015) realizaram uma revisão sistemática incluindo 11 estudos na análise qualitativa. Diferentes protocolos foram encontrados, tendo sido utilizados para a primeira etapa de desinfecção uma variação de 2,5 a 6% de hipoclorito de sódio. Três estudos substituíram a minociclina pelo cefaclor, doxiciclina e amoxicilina, para evitar a descoloração dental causada pela mesma. O tempo da pasta antibiótica dentro do canal variou de 1 a 4 semanas, até que nenhum exudato, inchaço, dor ou sensibilidade a palpação fosse detectado. Com relação ao arcabouço para permitir a diferenciação e multiplicação celular dentro do canal, os estudos usaram diferentes métodos, tendo sido utilizado a estimulação do sangramento, que em alguns casos apresentou problemas para ter um sangramento efetivo, matriz de *CollaPlug* ou *CollaCote*, matriz de coágulo juntamente com Plasma Rico em Plaquetas (PRP) autógeno, ou matriz de coágulo impregnado com fator de crescimento de fibroblastos

(FGFb). Por fim, os autores concluíram que o procedimento de revitalização pulpar foi eficaz no fechamento apical e no aumento da espessura radicular no período em que a maioria dos estudos realizou acompanhamento (36 meses), porém é necessário que seja criado um protocolo padronizado para a revitalização pulpar e um acompanhamento a longo prazo para confirmação de prognósticos favoráveis.

Chen, Jovani-Sancho e Sheth (2015) revisaram casos publicados entre 2001 e 2014 em jornais indexados na base de dados PubMed para avaliar a eficácia e reprodutibilidade da técnica de tratamento de revitalização pulpar em dentes permanentes jovens. Em 96% dos 101 casos estudados, observou-se o sucesso clínico, sendo que o fechamento apical foi detectado em 55,4% dos casos. Também foi verificado aumento do comprimento radicular em 76,2% dos casos e aumento da espessura radicular em 79,2%. Os autores concluíram que a técnica de revitalização pulpar foi eficaz no tratamento de dentes permanentes jovens com necrose pulpar, mesmo com a diferença nas metodologias usadas nas diferentes publicações, tendo sido alcançado o desenvolvimento radicular na maioria dos casos selecionados.

El Ashiry et al. (2016) realizaram estudo para examinar os efeitos de um tratamento de revitalização pulpar em dentes permanentes jovens com necrose pulpar. A amostra foi constituída por 20 pacientes com dentes permanentes jovens associados a polpa necrótica como resultado de um trauma ou cárie, com ou sem sinais e sintomas de patologia periapical, podendo a coroa estar restaurada. Os dentes foram avaliados clínica e radiograficamente para estabelecer o estado pré-operatório. Para a descontaminação passiva foi usado 10ml de hipoclorito de sódio a 2,5% e, logo após a secagem do canal com pontas de papel absorvente, foi inserida a pasta tripla antibiótica como medicação intracanal, composta por ciprofloxacina, metronidazol e minociclina. O dente foi restaurado provisoriamente com restaurador provisório e ionômetro de vidro, que permaneceu por 2 semanas. Com o dente livre de sintomas, a medicação intracanal foi removida através de irrigação com hipoclorito de sódio a 2% e soro fisiológico estéril, e uma lima tipo K foi inserida além do forame apical para estimular um sangramento no interior do canal, onde, após a formação do coágulo sanguíneo, foi inserido MTA. O dente foi restaurado e o paciente instruído a retornar para as consultas de acompanhamento. Para o tratamento ser considerado de sucesso foram considerados os seguintes: ausência de sinais e sintomas, evidência de cura da lesão periapical, aumento do comprimento e da espessura das paredes radiculares. 2 pacientes não continuaram o tratamento devido à dor após a

colocação da medicação intracanal, enquanto outro paciente não foi obtido um coágulo sanguíneo, sendo esses pacientes removidos do estudo. Outro paciente não compareceu às consultas de acompanhamento, sendo então também excluído do estudo. Os resultados revelaram que todos os dentes estavam ausentes de sinais e sintomas na consulta de 6 meses, e assim continuaram até a consulta de 24 meses. Entre 12 e 24 meses mostraram progressivo aumento da espessura radicular e aumento do comprimento radicular. Com base nos resultados os autores concluíram que as evidências clínicas e radiográficas demonstraram o sucesso do tratamento de revitalização pulpar em dentes permanentes jovens com periodontite apical, sendo necessário mais estudos para se entender os mecanismos de funcionamento do processo de revitalização.

Estefan et al. (2016) realizaram estudo para verificar a influência da idade e do diâmetro apical no sucesso de procedimentos de revitalização pulpar, dividindo seus pacientes em dois grupos distintos: pacientes jovens, de 9 a 13 anos, e velhos, de 14 a 18 anos. Cada grupo foi subdividido em mais dois grupos, após tomada radiográfica periapical padronizada, analisadas com o auxílio do software *ImageJ*, que foram: diâmetro apical estreito, entre 0,5 e 1mm, e diâmetro apical largo, maior que 1mm. Foi achado um aumento tanto do comprimento quanto da espessura radicular significativamente maior no grupo de pacientes jovens. Os autores concluíram que o procedimento de revitalização pulpar pode ser feito em qualquer idade entre 9 e 18 anos com resultados favoráveis, mas pacientes jovens são melhores candidatos. Quanto ao diâmetro apical, os procedimentos tiveram sucesso mesmo com diâmetros de 0,5mm, porém, o diâmetro maior que 1mm em ambos os grupos mostrou maior aumento da espessura e comprimento radicular, assim como maior estreitamento apical.

Chan et al. (2017) realizaram um estudo de coorte longitudinal com 28 dentes permanentes jovens necrosados, com um protocolo padronizado com avaliações durante um período de 30 meses. O protocolo usado pelo estudo foi a desinfecção com hipoclorito de sódio a 5,25% e inserção da pasta tripla antibiótica constituída de cefaclor, ciprofloxacina e metronidazol, após a secagem do canal, na primeira sessão. Na segunda sessão, após a ausência de sinais clínicos de infecção, o canal foi reaberto e o sangramento foi induzido para a formação do coágulo sanguíneo. Para facilitar a colocação do selamento coronal com o MTA, foi inserido um arcabouço de 2mm de *CollaPlug*. Foram feitos acompanhamentos em 1, 2, 3, 6, 12, 18, 24 e 30

meses após os procedimentos. O estudo obteve uma taxa de sucesso clínico de 92,8% durante os 30 meses, com 100% de resolução de fístula, porém tendo sido observado descoloração em 57,1% dos dentes. O estudo também mostrou significativo aumento do comprimento (8,6%) e da espessura (11,6%) radicular em média.

Ducet et al. (2017) contemplaram os desafios atuais na revitalização pulpar e as suas futuras prospecções, levando em consideração as diferentes propostas na revitalização pulpar que estão sendo testadas, como a regeneração sem células, na qual após a limpeza do canal, é injetado um arcabouço tridimensional com fatores de crescimento celular, de modo a recrutar células-tronco da papila apical apicais para povoar esse arcabouço tridimensional e se diferenciar em diferentes tipos celulares da polpa dental, e a regeneração baseada em células, na qual são injetados tanto o arcabouço tridimensional quanto células-tronco, para se diferenciarem em células semelhantes a odontoblastos que formarão dentina. Ambas as estratégias oferecem grande potencial, e se ambas mostrarem bons resultados em modelos animais, a estratégia de regeneração sem células se mostra de mais fácil aplicação clínica, principalmente quando levado em consideração o alto custo da produção de células-tronco.

Li et al. (2017) realizaram um estudo prospectivo para avaliar, por meio de análise clínica e radiográfica, os resultados da terapia de revitalização pulpar em dentes permanentes jovens necrosados com a anomalia de desenvolvimento *dens evaginatus*. Para tal, foram selecionados 20 pacientes com idades entre 8 e 12 anos que necessitavam de tratamento para pré-molares não-vitais com anomalia *dens evaginatus*. Os pacientes foram tratados por meio de um mesmo protocolo, onde o mesmo profissional fez todos os procedimentos em 3 ou 4 sessões. Na primeira, os canais eram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% durante a descontaminação passiva, e então inserido hidróxido de cálcio como medicação intracanal, que permaneceu durante 2 semanas. Na segunda sessão, se permanecessem os sinais e sintomas, os procedimentos da primeira sessão eram repetidos, caso contrário, a medicação intracanal era removida através de irrigação com soro fisiológico e o canal seco com pontas de papel absorventes. Uma lima tipo K era inserida no interior do canal até ultrapassar o forame apical afim de estimular um sangramento apical, para assim se obter um coágulo sanguíneo que, após formado, permitiria a inserção do MTA. Na terceira sessão, foi realizada a restauração com ionômero de vidro

convencional e resina composta. Após a conclusão do tratamento, o paciente foi acompanhado a cada 3 meses, sendo avaliado relato de dor ou desconforto, inchaço, fístula, mobilidade, teste de sensibilidade pulpar e radiografia periapical. Para a avaliação radiográfica, foram analisados a área radiográfica radicular, que é calculada como a área total da raiz subtraído da área do canal radicular, comprimento radicular e o diâmetro apical previamente ao tratamento e em cada consulta de acompanhamento, usando o software *ImageJ*. Os resultados revelaram que os 20 elementos obtiveram sucesso clínico, sendo esse sucesso caracterizado por um elemento que não necessitou de outro procedimento endodôntico durante o período do estudo, tendo 25% recobrado resposta ao teste de sensibilidade pulpar. 90% dos elementos tratados não mostraram nenhuma lesão periapical após os 12 meses de acompanhamento, e 40% tiveram completo fechamento apical. A área radiográfica radicular aumentou, o diâmetro apical diminuiu, e o comprimento radicular aumentou, 97,58%, 72,90% e 23,37%, em média, respectivamente, após 12 meses. Os autores concluíram que o tratamento de revitalização pulpar foi efetivo em induzir o aumento da área radiográfica radicular, fechamento apical e comprimento radicular.

2.2. Hipoclorito de Sódio x Revitalização Pulpar

O hipoclorito de sódio é um agente oxidante e hidrolisante usado desde o início do século XX para irrigação dos canais radiculares com uso altamente disseminado, sendo ainda uma das substâncias mais eficazes para a desinfecção radicular (CLARKSON; MOULE, 1998, GOMES et al., 2001; GERGOVA et al., 2014).

Na revitalização pulpar, não há um consenso sobre a concentração adequada do hipoclorito de sódio. A Associação Americana de Endodontia (2016) recomenda que, durante a descontaminação passiva, seja utilizado hipoclorito de sódio a 1,5%. Entretanto, alguns autores entendem que, por não haver o uso de instrumentos endodônticos, a concentração do hipoclorito utilizado deva ser maior, para potencializar a desinfecção (BANCHS; TROPE, 2004; SHIN; ALBERT; MORTMAN, 2009; DING et al., 2009; NAGATA et al., 2014; CHAN et al., 2017), apesar de haver relatos na literatura de que o aumento da atividade antimicrobiana frente ao aumento da sua concentração seja questionável (BYSTROM; SUNDQVIST, 1985). O quadro 1 mostra diferentes casos clínicos publicados e seus respectivos protocolos utilizados durante a descontaminação passiva.

QUADRO 1 – Soluções usadas na descontaminação passiva até 2014

Substância química auxiliar	Número de Trabalhos	Autores
NaClO 1 a 1,5%	5	Thibodeau e Trope, 2007; Thibodeau, 2009; Thomson e Kahler, 2010; Hargreaves et al., 2013; Kahler et al., 2014.
NaClO 2,5 a 3%	22	Cheung e Huang, 2006; Jung et al., 2008; Shah et al., 2008; Chueh et al., 2009; Kim et al., 2010; Cehreli et al., 2011; Jung et al., 2011; Jadhav et al., 2012; Lenzi e Trope, 2012; Kim et al., 2012; Jeeruphan et al., 2012; McTigue et al., 2013; Nosrat et al., 2013; Shimizu et al., 2013; Cehreli et al., 2013; Mishra et al., 2013; Noy et al., 2013; Chen et al., 2013; Jadhav et al., 2013; Bezgin et al., 2014; Nagy et al., 2014 Jadhav et al., 2014.
NaClO 5 a 5,25%	28	Iwaya et al., 2001; Branchs e Trope, 2004; Petrino, 2007; Jung et al., 2008; Cotti et al., 2008; Ding et al., 2009; Petrino et al., 2010; Iwaya et al., 2011; Torabinejad e Turman, 2011; Nosrat et al., 2011; Chen et al., 2012; Dabbagh et al., 2012; Nosrat et al., 2012; Shimizu et al., 2012; Torabinejad e Faras, 2012; Aggarwal et al., 2012; Shivashankar et al., 2012; Narayana et al., 2012; Paryani e Kim, 2013; Martin et al., 2013; Keswani e Pandey 2013; Forghani et al., 2013; Sonmez et al., 2013; Kottoor et al., 2013; Yang et al., 2013; Becerra et al., 2014 Lin et al., 2014; Amit et al., 2014.
NaClO 6%	4	Reynolds et al., 2009; Shin et al., 2009; Gelman e Park, 2012; Nagata et al., 2014.
Clorexidina	13	Reynolds et al., 2009; Shin et al., 2009; Petrino et al., 2010; Aggarwal et al., 2012; Shivashankar et al., 2012; Miller et al., 2012; McTigue et al., 2013; Soares et al., 2013; Noy et al., 2013; Chen et al., 2013; Bezgin et al., 2014; Becerra et al., 2014 Nagata et al., 2014.

Fonte: Adaptado de Kontakiotis et al. (2015)

Recentemente, alguns estudos foram realizados a fim de verificar o efeito das diferentes concentrações do hipoclorito de sódio sobre células-tronco da papila apical, que são um dos principais pilares para o sucesso clínico da revitalização.

Trevino et al. (2011) realizaram uma pesquisa para avaliar o efeito das soluções de irrigação endodôntica na sobrevivência de células-tronco da papila apical em um

arcabouço de PRP (plasma rico em plaquetas) em dentes humanos. Para fazer o estudo foram isoladas células-tronco da papila apical de terceiros molares imaturos, que foram então cultivadas in vitro. A amostra foi constituída por 20 raízes de dentes humanos padronizadas em segmentos de 5mm de comprimento e 1,3mm de diâmetro apical, divididas em 4 grupos de 5 raízes cada, que foram então irrigadas por 1 minuto com 20ml de acordo com o seu grupo, sendo grupo 1: EDTA a 17%, grupo 2: hipoclorito de sódio a 6%, EDTA a 17%, hipoclorito de sódio a 6%, grupo 3: EDTA a 17% e clorexidina a 2%, e grupo 4: hipoclorito de sódio a 6%, EDTA a 17%, hipoclorito de sódio a 6%, álcool isopropílico e clorexidina a 2%. Os segmentos foram então enxaguados para garantir limpeza, e o PRP com células-tronco da papila apical foi inserido no sistema de canais com uma pipeta estéril e cultivados durante 21 dias. Após esse período, as raízes foram descalcificadas e processadas para análise imunohistoquímica. Os resultados mostraram que o grupo 1 obteve a maior porcentagem de células viáveis, com 88,66%, seguido do grupo 2 com 74,35%, já os grupos 3 e 4 não apresentaram nenhuma célula viável. Os autores relatam também que em um estudo preliminar um grupo constituído somente de irrigação com hipoclorito de sódio a 6% também não apresentou nenhuma célula viável. Os autores concluíram que protocolos de irrigação contendo EDTA promovem a sobrevivência de células-tronco da papila apical, já protocolos com clorexidina a 2% se apresentaram citotóxicos, com nenhuma célula tendo sobrevivido.

Martin et al. (2014) analisaram o efeito do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na sobrevivência e diferenciação de células-tronco da papila apical, para isso foram utilizados terceiros molares com saúde pulpar, que foram extraídos e padronizados em 9 segmentos radiculares por grupo, de 5mm de comprimento e diâmetro apical de 1,3mm, os quais então foram submetidos a um protocolo de irrigação com 20ml por 10min de acordo seu grupo, sendo: grupo 1: hipoclorito de sódio a 0,5%, grupo 2: hipoclorito de sódio a 1,5%, grupo 3: hipoclorito de sódio a 3%, grupo 4: hipoclorito de sódio a 6%, grupo de controle positivo com EDTA a 17% e grupo de controle negativo com soro fisiológico. Em seguida, cada grupo foi irrigado com 10ml de EDTA ou soro fisiológico por 5 minutos, e por último irrigados novamente com 20ml de soro fisiológico para remoção de qualquer traço residual da solução irrigante. Para a solução de hipoclorito de sódio a 6% ainda foi usado 10ml de tiossulfato de sódio a 5% para neutralizar qualquer efeito potencialmente residual, seguido de irrigação com soro fisiológico. Células-tronco da papila apical previamente

escolhidas e cultivadas *in vitro* foram usadas no experimento, com um *arcabouço* de hidrogel de ácido hialurônico, e então foram inseridas nos segmentos radiculares previamente preparados, onde ficaram por 7 dias. Após esse período as células-tronco da papila apical foram quantificadas via método de luminescência e foi usado isolamento de RNA para avaliar expressão genética de um marcador celular odontoblástico. Os resultados mostraram que o grupo controle positivo teve um aumento de 35% nas células-tronco da papila apical e um aumento de 2,2 vezes na expressão do marcador genético, já nas amostras que foram submetidas a irrigação com hipoclorito de sódio pôde ser observada uma diminuição da sobrevivência de acordo com a concentração utilizada. Os grupos 1, 2 e 3 todos tiveram uma diminuição da sobrevivência de aproximadamente 37%, já o grupo 4 mostrou uma diminuição bastante elevada. A adição da irrigação final com EDTA a 17% conseguiu reverter os efeitos negativos do uso do hipoclorito de sódio, tendo sobrevivência comparada com o grupo de controle negativo. O grupo 2 não mostrou alteração na expressão do marcador genético, já o grupo 3 mostrou uma diminuição de 50%, quando comparados ao grupo de controle negativo. O grupo 4 inibiu totalmente a expressão do marcador genético. A adição da irrigação final com EDTA a 17% conseguiu elevar a expressão do marcador genético para valores acima do grupo de controle negativo no grupo 2, no grupo 3 conseguiu reverter totalmente para valores próximos ao do grupo de controle negativo, e no grupo 4 conseguiu reverter parcialmente. A partir deste estudo os autores concluíram que a irrigação com hipoclorito de sódio a 1,5% conseguiu promover maior sobrevivência e diferenciação das células-tronco apicais, quando comparado com a irrigação com hipoclorito de sódio a 3% ou 6%, usando irrigação final com EDTA a 17%.

2.2.1. Efeito do Hipoclorito de Sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina

O efeito altamente oxidante do hipoclorito de sódio age adversamente sobre dentina, causando uma significativa diminuição de sua porção orgânica, que é constituída principalmente de colágeno tipo I e proteoglicanas, sendo essa diminuição diretamente proporcional a concentração de hipoclorito de sódio usada (GUERISOLI, SOUSA NETO e PÉCORA, 1998; SANO et al. 1994; SOUZA et al., 2014;).

Lee et al. (2004) realizaram estudo para avaliar o papel da porção orgânica da dentina na resistência ao cisalhamento, após imersão de barras de dentina humana em hipoclorito de sódio. A amostra foi constituída de 50 barras de dentina com espessura de 0,45mm a 0,5mm, sendo 5 barras utilizadas para análise em microscópio eletrônico e as 45 restantes foram divididas ao meio para o teste de cisalhamento, gerando 45 amostras para o grupo controle, imerso em soro fisiológico, e 45 amostras divididas em 3 grupos que foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 5% por 1, 3 e 6 horas, com 15 amostras em cada intervalo. Os resultados da análise em microscópio eletrônico mostraram uma correlação positiva entre o tempo de imersão e o número de túbulos dentinários expostos, havendo maior destruição da dentina após 6 horas de exposição, onde pôde ser notado várias rachaduras interconectadas. Os resultados do teste de resistência ao cisalhamento mostraram uma diminuição significativa após 1 hora de imersão em hipoclorito de sódio, e continuou em queda nos períodos de 3 e 6 horas de imersão. A partir dos resultados obtidos os autores concluíram que após a irrigação com hipoclorito de sódio a 5% a estrutura da dentina ficou comprometida, havendo diminuição da resistência ao cisalhamento.

Sim et al. (2001) realizaram um estudo para avaliar a ação do hipoclorito de sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina, de modo a verificar a hipótese de que o uso do hipoclorito de sódio na irrigação de canais não causa enfraquecimento dentário. Para a amostra foram escolhidos 50 dentes humanos intactos, que foram cortados longitudinalmente em 100 barras de dentina (0,8 x 0,8 x 11,7 mm) imediatamente após a extração. As barras foram divididas em três grupos aleatoriamente: grupo I com 37 barras imersas em solução salina, grupo II com 31 barras imersas em 0,5% de hipoclorito de sódio e grupo III com 32 barras imersas em 5,25% de hipoclorito de sódio. As barras ficaram imersas por um período de 2 horas, com as soluções sendo trocadas a cada 10 minutos e agitadas constantemente. Após o período de 2 horas as soluções foram neutralizadas e as barras submetidas a um teste de flexão de 3 pontos. Os resultados mostraram que houveram diferenças significativas no módulo de elasticidade quando comparado o grupo de hipoclorito de sódio a 5,25% com o grupo de solução salina. Também houve uma diferença significativa na resistência à flexão, tanto entre os grupos de hipoclorito a 5,25% e a solução salina, quanto os grupos de hipoclorito de sódio a 5,25% e a 0,5%. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio teve uma ação negativa sobre as propriedades

mecânicas da dentina, sendo assim, seria prudente selecionar uma concentração que apresente efeitos mínimos sobre as propriedades físicas ao passo que também realize a limpeza necessária ao canal.

Driscoll et al. (2002) verificaram os efeitos do hipoclorito de sódio sobre a composição da dentina. Para tal, 5 amostras de 100 gramas cada, de pó de dentina, de esmalte e de agregado de hidroxiapatita foram submetidos à imersão em 2ml hipoclorito de sódio a 0,5%, 3% e 5%, durante 0, 30, 90 e 180 minutos, 1, 5 e 7 dias, e pesados antes e após o exposto. Os resultados mostraram que a perda de massa da dentina foi maior inicialmente, com maior perda nos grupos de hipoclorito de sódio a 3% e 5% do que no grupo com 0,5%, já após o primeiro dia a perda foi pouco expressiva. Para os grupos do esmalte e agregado de hidroxiapatita, não houve perda significativa. Com base nos resultados, os autores concluíram que a exposição ao hipoclorito de sódio degrada a matriz orgânica da dentina, mas não houve perda mineral observada, sendo assim as mudanças nas propriedades mecânicas da dentina submetida à irrigação com hipoclorito de sódio deve ser atribuída principalmente a mudanças estruturais causadas pela degradação da matriz orgânica da dentina.

Slutzky-goldberg et al. (2004) avaliaram o efeito do hipoclorito de sódio sobre a microdureza da dentina, usando 42 raízes de dentes bovinos divididos entre 7 grupos, sendo um grupo controle utilizando solução salina, e outros 6 grupos com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% ou 6%, por 5, 10 ou 20 minutos. Foram escolhidas raízes de incisivos inferiores com comprimento entre 20 e 22 mm. Os grupos foram irrigados com as soluções continuamente, e as soluções foram trocadas a cada 1 minuto. Após o procedimento de irrigação, os dentes foram cortados em duas porções de 10mm cada. A microdureza foi avaliada em cada porção a 500, 1000 e 1500 μ m de profundidade em relação a interface polpa-dentina. Os resultados revelaram que houve diferença na microdureza das amostras dos grupos tratados com hipoclorito de sódio e grupo controle. A irrigação tanto com NaOCl a 2,5% quanto a 6% diminuiu a microdureza para todos os períodos testados, quando comparado com o controle. Para a profundidade de 500 μ m, houve uma diminuição mais significativa dos grupos a 6% do que os grupos a 2,5%. Na profundidade de 1000 μ m houve uma diminuição estatisticamente significativa na microdureza, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de NaOCl. Em 1500 μ m houve diminuição estatisticamente significativa na microdureza em todos os períodos

testados, mas não entre os períodos. Os autores concluíram que a exposição ao hipoclorito de sódio por um período maior que 10 minutos causou uma diminuição na microdureza da dentina, sendo aconselhável limitar o tempo de irrigação a menos que 10 minutos, e não usar concentrações altas de hipoclorito, já que na profundidade de 500 μm , a concentração a 6% causou uma maior queda na microdureza do que a 2,5%.

Marending et al. (2007) investigaram o efeito do hipoclorito de sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina humana. Para tal, prepararam 32 barras de dentina divididas em 4 grupos (8 barras cada), retiradas a partir de terceiros molares hígidos recém extraídos. Cada grupo foi atribuído a uma substância: 5 ml de água destilada (controle), hipoclorito de sódio a 1%, 5% ou 9%, onde as amostras ficaram imersas a 37°C durante 1 hora, sendo a substância constantemente agitada. Imediatamente após o procedimento, as barras foram enxaguadas com água destilada e submetidas a um teste de flexão de 3 pontos para avaliar alterações no módulo de elasticidade e resistência à flexão. Os resultados mostraram que a imersão em hipoclorito de sódio a 1% não causou queda significativa no módulo de elasticidade ou na resistência à flexão, já a imersão em 5% e 9% de hipoclorito de sódio reduziu os valores desses parâmetros pela metade, quando comparados com o grupo controle. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio causa uma diminuição do módulo de elasticidade e da resistência à flexão dependente da concentração usada, havendo diminuição desses parâmetros com o aumento da concentração.

Pascon et al. (2009) realizaram uma revisão de literatura para avaliar o efeito do hipoclorito de sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina radicular. Para isso, selecionaram artigos publicados entre 1984 e 2008, obtendo um número de 16, sendo 9 incluídos na análise crítica. Os resultados mostraram que houve diminuição da resistência à tração e à flexão, do módulo de elasticidade e da microdureza, quando o hipoclorito de sódio foi usado como substância irrigadora, a partir de 2,5% durante 24 minutos. Baseado nos resultados dos artigos analisados, os autores concluíram que os efeitos do hipoclorito de sódio sobre a dentina afetam as propriedades mecânicas independente do tempo e concentração utilizados, e isso pode ter efeito deletérios na performance clínica de dentes com procedimentos endodônticos.

Souza et al. (2014) avaliaram a influência da do hipoclorito de sódio neutro e do hipoclorito de sódio alcalino estabilizado na resistência à fratura de dentes bovinos tratados endodonticamente. A amostra foi composta por 80 incisivos bovinos divididos

em 4 grupos, onde o grupo 1 recebeu irrigação com água destilada, o grupo 2 com hipoclorito de sódio a 5% com pH de 7,2, o grupo 3 com hipoclorito de sódio a 5% com pH de 12,8, e o grupo 4 não recebeu nenhum tratamento. Os dentes foram seccionados horizontalmente 8mm coronalmente e 12mm apicalmente em relação a junção esmalte-cimento, e receberam um regime de tratamento onde foram utilizadas uma sequência de 6 limas tipo K para instrumentação do canal, com o uso de solução irrigadora por 26 minutos em cada dente, durante a instrumentação. Para melhor dissipação da carga aplicada, foi feita uma simulação de ligamento periodontal ao inserir 0,2 a 0,3mm de poliéter de impressão em um soquete de resina de poliestireno. O teste de resistência à fratura foi realizado com uma aplicação de uma força compressiva em uma velocidade de 0,5mm por minuto, aplicado sobre a superfície vestibular do dente. Os resultados mostraram que os grupos 1 e 4 não mostraram nenhuma diferença estatisticamente significativa entre si, já os grupos 2 e 3 tiveram uma queda estatisticamente significativa de aproximadamente 30% da resistência à fratura quando comparados com os grupos 1 e 4, mas não houve diferença estatística entre si. Com base nos resultados os autores concluíram que a estabilização alcalina do hipoclorito de sódio é benéfica por ajudar a manter a ação proteolítica do hipoclorito de sódio ativa durante o tratamento de canal.

Cecchin et al. (2017) avaliaram os efeitos de diferentes soluções irrigadoras endodônticas, sintéticas e derivados naturais, nas propriedades mecânicas da dentina humana. Para o teste de resistência à flexão a amostra da pesquisa foi constituída por 40 barras retangulares de dentina coronal, obtidas a partir do preparo de dentes unirradiculares saudáveis recém extraídos, 10 barras em cada um dos 4 grupos, que foram imersos em uma das seguintes substâncias: hipoclorito de sódio a 6%, hipoclorito de cálcio a 6% e extrato de semente de uva a 6,5% durante 30 minutos, trocadas a cada 5 minutos, sendo o grupo controle não sido submetido a nenhuma solução irrigadora. Todos os espécimes foram submetidos a um teste de flexão de 3 pontos. Para o teste de força à tração foi realizado um corte paralelo ao longo eixo das raízes dos mesmos dentes unirradiculares para se obter duas metades do canal radicular, que posteriormente foi cortado perpendicularmente ao longo eixo para se obter 4 espécimes por raiz, que foram divididos em 4 grupos com 10 amostras em cada e submetidos às mesmas substâncias descritas anteriormente, com o mesmo protocolo de irrigação. Os resultados mostraram que o uso de hipoclorito de sódio causou redução estatisticamente significativa nas propriedades mecânicas da

dentina, já o hipoclorito de cálcio e o extrato de semente de uva não causaram redução estatisticamente significativa das propriedades mecânicas da dentina, quando comparados com o grupo controle. Pelos resultados obtidos os autores concluíram que o uso de soluções irrigadoras alternativas deve ser considerado, especialmente em dentes estruturalmente comprometidos com pouca dentina remanescente, como é o caso de dentes jovens, visto que o hipoclorito de sódio causa mais alterações nas propriedades mecânicas do que as outras substâncias testadas.

3. PROPOSIÇÃO

3.1. Objetivos gerais

- Verificar a influência do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na resistência à fratura de dentes bovinos com rizogênese incompleta simulada.

3.2. Objetivos específicos

- Verificar a resistência mecânica da dentina de dentes bovinos fragilizados após a realização da descontaminação passiva, preconizada na revitalização pulpar.

- Verificar a relação entre a concentração do hipoclorito de sódio sobre a resistência à fratura da dentina de dentes bovinos fragilizados após a realização da descontaminação passiva.

4. METODOLOGIA

4.1. Seleção da amostra

Foi obtida uma amostra inicial de 130 incisivos bovinos recém extraídos, armazenados em solução de glutaraldeído (Glutaron Pronto Uso, Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil) durante 15 dias para desinfecção, e após isso, em soro fisiológico estéril até seu uso. Todos os dentes foram analisados com auxílio de um paquímetro digital (Zaas, São Paulo, SP, Brasil) para medir a distância mésio-distal e vestibulo-lingual. Aqueles que apresentaram lesões de cárie, trincas ou fraturas e que apresentavam mais que 10% de diferença entre a média da distância vestibulo-lingual (7,5 mm) e mésio-distal (7 mm) dos dentes foram excluídos desta pesquisa. Após os critérios de exclusão, 72 dentes foram incluídos na amostra.

4.2. Preparo dos Espécimes

Um modelo experimental foi estabelecido para simular dentes com rizogênese incompleta a partir de dentes bovinos, seguindo a metodologia de Bortoluzzi et al. (2007). As coroas e raízes foram seccionadas 8 mm acima e 12 mm abaixo da junção amelocementária, por meio de discos diamantados em baixa rotação (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil) proporcionando espécimes com 20 mm de comprimento (Figura 1).

O tecido pulpar remanescente foi removido por meio de limas Hedstroem (Dentsply, Bailagues, Suíça) e a fragilização das paredes dentinárias foi realizada por meio de desgaste através de limas manuais de terceira série (Dentsply, Bailagues, Suíça) e brocas White Post DC (DC 01/02/03 e DC2E – FGM ISO 10477, Joinville, SC, Brasil), que possuem diferentes conicidades e possibilitaram a uniformização dos elementos utilizados quanto a sua espessura radicular na porção apical (1mm) e coronal (2mm) (Figura 2).

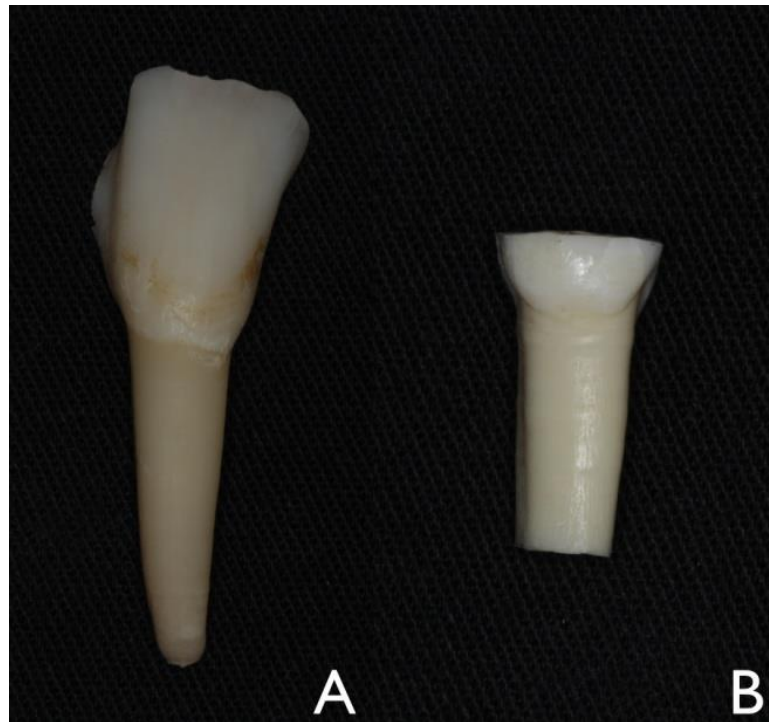


Figura 1: Modelo experimental para simular dentes com rizogênese incompleta a partir de dentes bovinos.

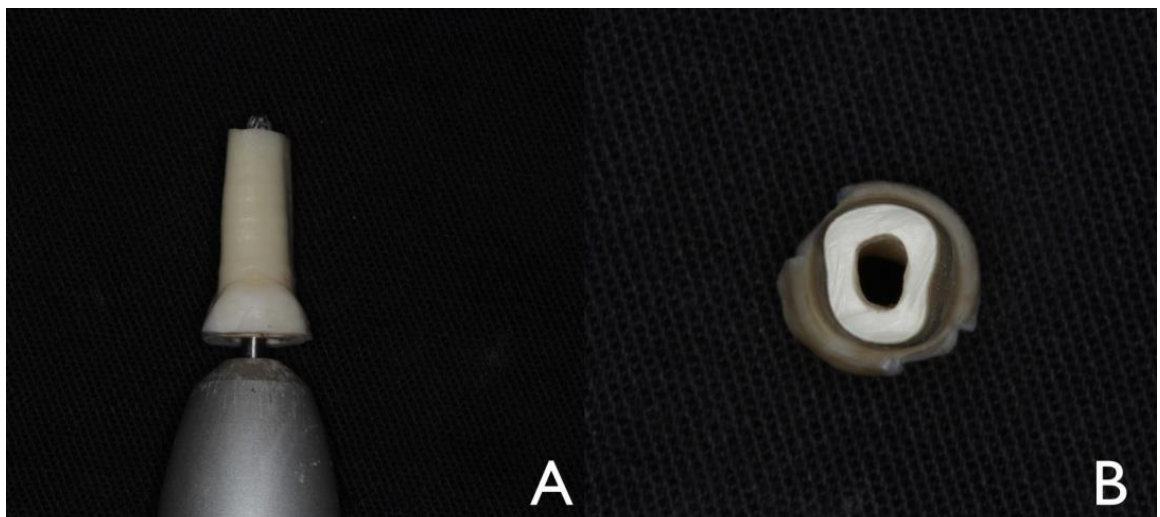


Figura 2: Desgaste interno do canal radicular

4.3. Divisão dos grupos

Após o preparo, os dentes bovinos foram divididos em quatro grupos experimentais de acordo com a concentração de hipoclorito de sódio utilizada para a descontaminação passiva, descritos na tabela 1.

Tabela 1:

Grupos experimentais

Grupo	Protocolo de descontaminação passiva	n
Controle	Sem irrigação	18
H _{1,5}	Hipoclorito de sódio 1,5%	18
H _{2,5}	Hipoclorito de sódio 2,5%	18
H _{5,25}	Hipoclorito de sódio 5,25%	18
Total		72

4.4. Descontaminação passiva

O Hipoclorito de sódio, nas diferentes concentrações, foi adquirido em uma farmácia de manipulação (Dilecta, João Pessoa, PB, Brasil), sendo armazenado em geladeira a 4°C até seu uso.

Previamente a irrigação, a porção apical de cada elemento foi selada com 3mm de obturador provisório (Villevie, Joinville, SC, Brasil) evitando que a solução irrigadora fosse extruída pela larga abertura apical. Logo após, em cada grupo experimental, cada espécime foi irrigado de acordo com o protocolo de descontaminação passiva recomendado pela Associação Americana de Endodontia (2016), com 20ml da solução de hipoclorito de sódio durante 5 minutos, de acordo com a concentração de seu grupo. No grupo controle, os canais foram irrigados com 20ml de soro fisiológico.

4.5. Simulação do Ligamento Periodontal

Anteriormente a realização dos testes de resistência à fratura, o ligamento periodontal foi simulado, conforme recomendado por Bortoluzzi et al. (2007). Sugere-se que o material de inclusão da raiz reproduza a capacidade do osso para absorver

a carga mastigatória e, assim, apoiar a força de compressão a ser aplicada. Para isso, os dentes foram imersos em cera 7 derretida (Duradent, Odonto Com. Imp. Ltda, São Paulo, SP, Brasil) até 2mm da junção esmalte-cemento (Figura 3-A). Dessa forma, foi obtida uma camada de 0,3 mm de cera revestindo a raiz (Figura 3-B). Os dentes foram incluídos em tubos de PVC (Tigre do Brasil, Osasco, SP, Brasil) de 20 mm de diâmetro e 25 mm de altura, contendo resina acrílica autopolimerizável incolor (Vipi, Pirassununga, SP, Brasil) recém manipulada de acordo com as recomendações do fabricante. Após a polimerização da resina, os dentes foram retirados dos tubos de PVC e a cera foi removida do dente e do tubo por meio de água morna. Logo após, uma camada de adesivo foi aplicada nos dentes (Figura 4-A) e os tubos contendo resina acrílica foram preenchidos com Impregum Soft (3M ESPE, Sumaré, SP, BR), através de uma seringa de moldagem, além de uma camada aplicada sobre os dentes, com o uso de espátula de inserção nº1 (Figura 4-B). Os dentes foram incluídos novamente nos tubos de PVC e o excesso de material de moldagem foi removido com lâminas de bisturi nº 12. Esta etapa permitiu que o material de moldagem preenchesse o espaço anteriormente ocupado pela cera, proporcionando a criação de um ligamento periodontal simulado de aproximadamente 0,3 mm de espessura.

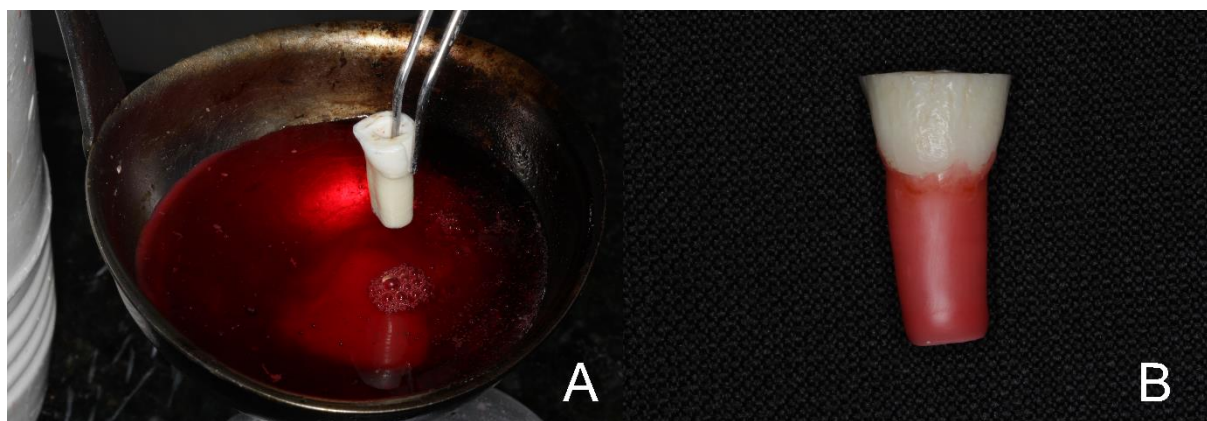


Figura 3 – Aplicação da cera. A) Imersão em cera 7 derretida. B) Revestimento de cera 7 na raiz.

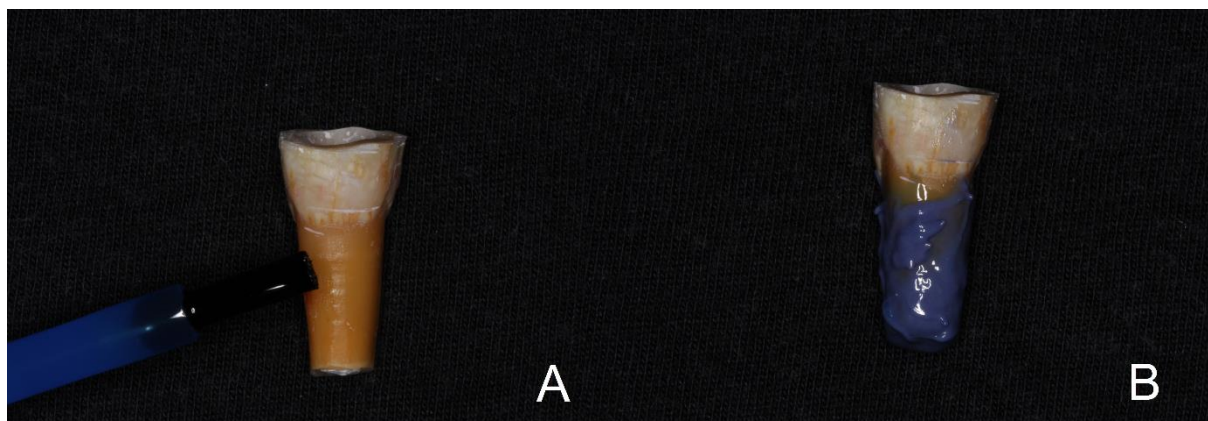


Figura 4 – Simulação do ligamento periodontal. A) Aplicação do adesivo com um pincel. B) Material de moldagem simulando o ligamento periodontal.

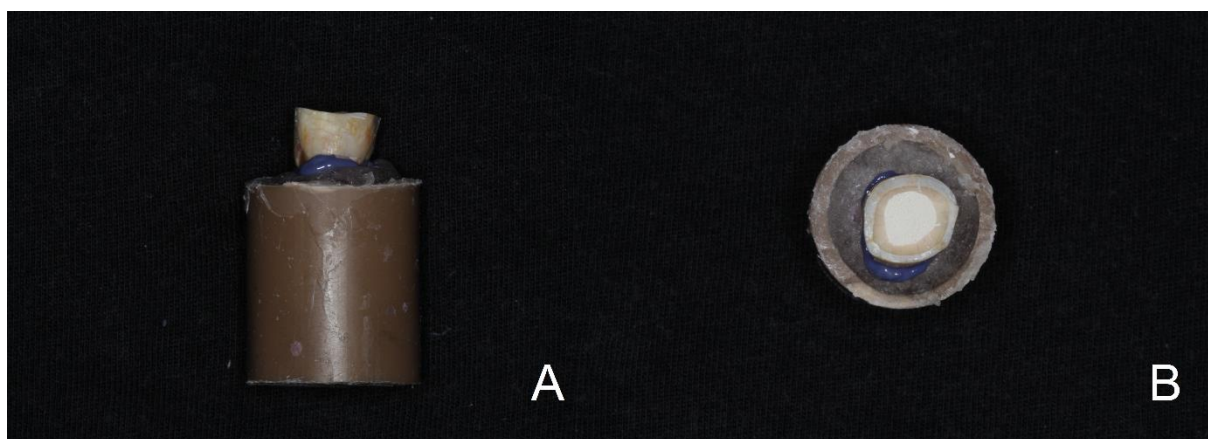


Figura 5 - Inclusão nos tubos de PVC. A) Visão frontal. B) Visão axial.

4.6. Resistência à fratura

Todas as amostras foram submetidas a uma carga de compressão a uma velocidade de 0,5mm/min em uma máquina de ensaios hidráulicos (Instron 3365, Instron Brasil Equipamentos Científicos Ltda, São José dos Pinhais, PR, Brasil) até uma trinca ou fratura ser detectada pela máquina. A célula de carga usada foi a de 5000N. Para adaptação do espécime no aparelho de ensaio, um dispositivo cilíndrico metálico foi desenvolvido no departamento de física da Universidade Federal da Paraíba. Esse dispositivo permitiu a fixação do espécime em um ângulo de 45°, de forma que a carga foi aplicada 135° em relação ao eixo longitudinal do dente,

simulando um golpe traumático no terço médio da coroa dentária a partir de uma direção vestibular. Os testes foram realizados logo após a descontaminação passiva com as soluções de hipoclorito de sódio.

4.7 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada por meio do Teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias pelo Teste de Levene. Para verificar se houve diferença na resistência à fratura após os diferentes protocolos de irrigação foi aplicado o ANOVA one-way. O teste de correlação de Spearman foi aplicado para verificar se houve relação entre a concentração do hipoclorito e a resistência a fratura. O nível de significância adotado foi de 5%. O programa SPSS (SPSS Ver. 2016, Chicago, USA) foi utilizado na análise estatística.

5. RESULTADOS

As médias da resistência a fratura entre dentes de cada grupo estão descritas na tabela 2. Os grupos H_{2,5} e H_{5,25} apresentaram as menores médias (829.84 e 831.29, respectivamente), entretanto não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos ($p=0.476$ / ANOVA)

Não houve relação entre a concentração do hipoclorito e a diminuição da resistência à fratura ($p=0.282$ / Correlação de Spearman).

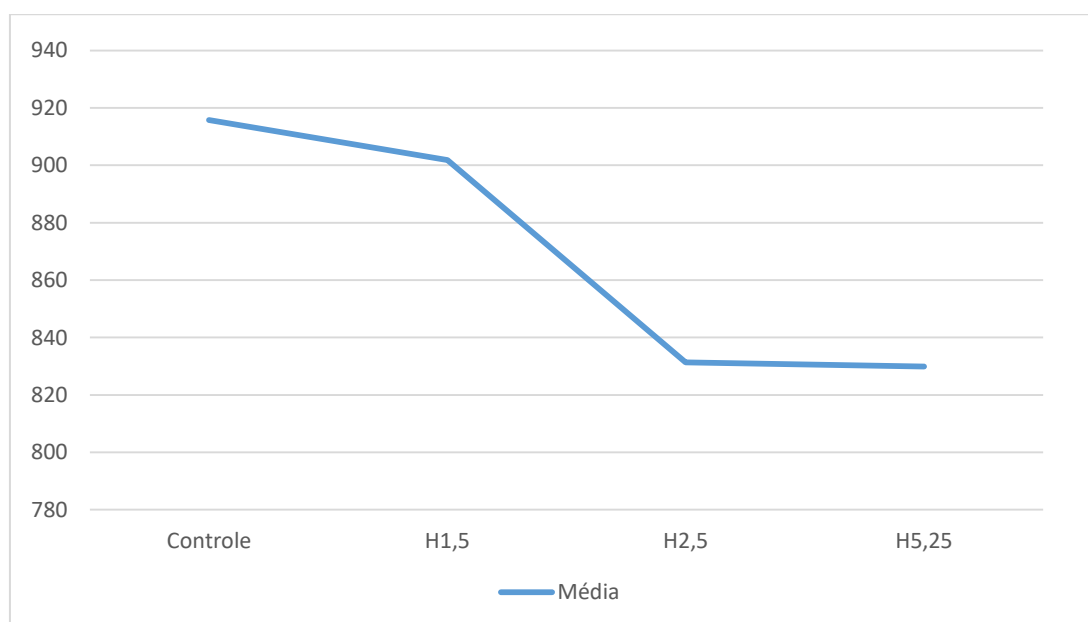
Tabela 2:

Média (Newtons) e desvio-padrão da resistência à fratura nos diferentes grupos.

Grupo	n	Média	Desvio-padrão	p
Controle	18	915.71	211.14	0.476*
H _{1,5}	18	901.84	199.84	
H _{2,5}	18	831.29	228.25	
H _{5,25}	18	829.84	201.24	
Total	72	869,67	209,72	-

*ANOVA ($p \geq 0.05$)

Gráfico 1 – Média de resistência à fratura por grupo.



6. DISCUSSÃO

A revitalização pulpar é um procedimento atual destinado ao tratamento endodôntico de dentes jovens necrosados (GALLER et al., 2016). Para se obter o sucesso do tratamento é imprescindível que seja realizada uma adequada desinfecção do sistema de canais radiculares. Vários autores recomendam que, durante esse processo, seja realizada uma descontaminação passiva do canal radicular, ou seja, sem ação de instrumentos endodônticos (ANTUNES et al., 2015; GALLER et al., 2016; AMERICAN ENDODONTISTS ASSOCIATION, 2016). Portanto, apenas uma irrigação abundante com substâncias químicas auxiliares é preconizada. O hipoclorito de sódio é a solução de eleição na maioria dos estudos, porém não há um padrão com relação a concentração. O objetivo desta pesquisa foi simular o protocolo de descontaminação passiva do canal radicular e avaliar o efeito do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações na resistência a fratura de dentes com rizogênese incompleta simulada.

Para simular dentes jovens, foram utilizados dentes bovinos, que têm como vantagens a facilidade na obtenção e menor variação morfológica (NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA, 1983). Apesar de apresentar paredes radiculares mais espessas, de 3 a 4mm, quando comparado ao dente humano, de 1 a 3mm, o dente bovino pode ser considerado um bom substituto para estudos laboratoriais, apresentando módulo de elasticidade e resistência à tração similar (SANO et al., 1994), assim como diâmetro e distribuição dos túbulos dentinários (SCHILKE et al., 2000).

O efeito do hipoclorito de sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina já foi pesquisado por diversos autores (SIM et al., 2001; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004; LEE et al., 2004; MARENDING et al., 2007), porém esse efeito está diretamente relacionado à concentração e ao tempo de exposição. A revitalização pulpar exige o uso de um grande volume de solução para uma descontaminação efetiva do canal radicular, e apesar do tempo limitado, as finas paredes radiculares, principalmente em estágios iniciais de desenvolvimento, podem sofrer alterações que causem diminuição das propriedades mecânicas da dentina e levem à fratura

A principal forma de ação do hipoclorito de sódio sobre a dentina é pela depleção do material orgânico que a compõe (DRISCOLL et al., 2002), causando mudanças na sua morfologia e consequentemente diminuindo sua resistência

mecânica (SANO et al., 1994; LEE et al., 2004). As mudanças também são relativas à densidade tubular e são maiores quanto mais próximas ao lúmen do canal. Devido à menor área ocupada pela dentina, que é substituída pelos túbulos, os efeitos sobre esta são mais evidentes (SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004).

O presente estudo demonstrou não haver diminuição significativa da resistência à fratura após uso do hipoclorito de sódio nos parâmetros utilizados. Slutzky-goldberg et al. (2004) avaliaram a microdureza da dentina após a irrigação com hipoclorito de sódio em diferentes concentrações e tempo, só encontrando diferenças estatísticas após 10 minutos de exposição da solução à dentina. Embora a resistência à fratura e microdureza sejam propriedades mecânicas diferentes, isso reforça a ideia das alterações causadas pelo hipoclorito de sódio sobre as propriedades mecânicas da dentina. Os resultados do presente estudo se devem provavelmente ao pouco tempo de exposição, onde o hipoclorito de sódio permaneceu durante 5 minutos em contato com a dentina bovina, não sendo suficiente para causar mudanças significativas na matriz orgânica que levem à diminuição da resistência. Normalmente mudanças estatisticamente significativas ocorrem após 10 minutos de irrigação com hipoclorito de sódio (SLUTZKY-GOLDBERG et al. 2004; PASCON et al., 2009). Além disso, a área de contato pode ter uma influência no resultado, já que vários estudos utilizaram barras de dentina imersas em hipoclorito de sódio, não limitando a exposição ao interior do canal radicular, como é feito na prática clínica (SIM et al., 2001; MARENDING et al., 2007; CECCHIN et al. 2017).

Outro fator a ser levado em consideração é a espessura das paredes radiculares bovinas, que necessitaram ser desgastadas internamente para se obter uma padronização da amostra. Os estudos que utilizaram barras de dentina o fizeram com uma menor espessura do que a do atual estudo, o que pode ter tido um impacto nos resultados alcançados (SIM et al., 2001; MARENDING et al., 2007; CECCHIN et al., 2017). O próprio desgaste das paredes radiculares pode ter causado o acúmulo de *smear layer* nas paredes radiculares, o que pode ter causado obliteração dos túbulos dentinários e diminuído a difusão do hipoclorito de sódio.

Os achados de Souza et al. (2014), que utilizaram metodologia similar, observaram diminuição da resistência à fratura após 26 minutos de irrigação com hipoclorito de sódio, o que corrobora nossa hipótese de que o tempo de contato da solução com o canal radicular foi o principal fator em questão. Neste estudo, Souza et al., (2014) não realizaram desgaste nas paredes internas, o que pode ter facilitado a

difusão do hipoclorito de sódio. O uso de EDTA para remoção da *smear layer* pode ser utilizado para este fim, antes da descontaminação passiva com o hipoclorito de sódio.

Os grupos H_{2,5} e H_{5,25} apesar de apresentarem valores de resistência à fratura menores do que o grupo controle, não apresentaram diferenças estatísticas. Além disso, observou-se que os valores de resistência foram próximos, o que sugere que o hipoclorito de sódio não diminuiu linearmente a resistência a fratura com o aumento da concentração. Driscoll et al. (2002) encontraram resultados semelhantes acerca da ação do hipoclorito de sódio, onde a variação de peso de dentina, devido à perda de matriz orgânica, exposta ao hipoclorito de sódio sofreu redução bastante similar nas concentrações de 3% e 5%. Entretanto, ressalta-se que no presente estudo a espessura radicular dos dentes com rizogênese incompleta simulada foi de 1mm. Novos estudos que comparem o efeito da concentração do hipoclorito de sódio nos diferentes estágios de formação radicular devem ser estimulados.

A principal limitação deste estudo é que a metodologia de resistência a fratura não reproduz precisamente o típico cenário clínico das forças aplicadas aos dentes. Neste ensaio laboratorial, a força de compressão foi aplicada progressivamente a uma taxa constante até o dente ser trincado ou fraturado. Clinicamente, é provável que a força capaz de fraturar um dente surja a partir de um impacto súbito em vez de ser aplicada continuamente. Além disso, supõe-se que tal força seja aplicada em diferentes ângulos ao invés de ser apenas a 45 °, com o ângulo real dependendo da direção de um golpe acidental ao dente, ou o ângulo de força resultante de hábitos funcionais e parafuncionais (SAHEBI; MOAZAMI; ABBOTT, 2010).

Apesar do hipoclorito de sódio ter efeito antimicrobiano (GERGOVA et al., 2014) e de dissolução de tecidos orgânicos (LEE et al., 2004), o aumento de sua concentração traz um aumento questionável da sua eficácia antibacteriana (BYSTROM; SUNDQVIST, 1985). Considerando que as altas concentrações de hipoclorito de sódio são citotóxicas às células da papila apical (TREVINO et al., 2011; MARTIN et al., 2014) e que seu uso em concentrações a partir de 2,5% por duração de 10 minutos já influencia negativamente nas propriedades da dentina, o que pode ser ainda mais evidente em dentes com rizogênese incompleta, os resultados desse estudo corroboram com a recomendação da Associação Americana de Endodontia

em limitar o uso do hipoclorito de sódio na técnica de revitalização pulpar a concentração de 1,5%.

7. CONCLUSÕES

Ponderando as limitações do presente estudo, conclui-se que:

- O hipoclorito de sódio nas diferentes concentrações utilizadas nessa pesquisa não afetou a resistência a fratura de dentes com rizogênese incompleta simulada;
- Não se verificou relação entre o aumento da concentração do hipoclorito de sódio e a diminuição da resistência a fratura.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. AAE clinical considerations for a regenerative procedure. Disponível em:

<https://www.aae.org/uploadedfiles/publications_and_research/research/currentregenerativeendodonticconsiderations.pdf> Acesso em 30 de abril de 2018

ANTUNES, Leonardo S. et al. The effectiveness of pulp revascularization in root formation of necrotic immature permanent teeth: A systematic review. **Acta Odontologica Scandinavica**, [s.l.], v. 74, n. 3, p.161-169, 15 jul. 2015.

BANCHS, F.; TROPE, M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol. **Journal Of Endodontics**, v. 30, n. 4, p. 196-200, apr. 2004

BORTOLUZZI, E. A. et al. Fracture strength of bovine incisors after intra-radicular treatment with MTA in an experimental immature tooth model. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 40, n. 9, p.684-691, set. 2007.

BYSTROM, A; SUNDQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 1, n. 18, p.35-40, jan. 1985.

CECCHIN, Douglas et al. Effect of synthetic and natural-derived novel endodontic irrigant solutions on mechanical properties of human dentin. **Journal Of Materials Science: Materials in Medicine**, [s.l.], v. 28, n. 9, p.1-6, 17 ago. 2017.

CHAN, Edwin Ka Meng et al. Longitudinal Cohort Study of Regenerative Endodontic Treatment for Immature Necrotic Permanent Teeth. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 43, n. 3, p.395-400, mar. 2017.

CHEN, Yu-po; JOVANI-SANCHO, Maria del Mar; SHETH, Chirag C.. Is revascularization of immature permanent teeth an effective and reproducible technique? **Dental Traumatology**, [s.l.], v. 31, n. 6, p.429-436, 15 set. 2015.

CHUEH, Ling-huey et al. Regenerative Endodontic Treatment for Necrotic Immature Permanent Teeth. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.160-164, fev. 2009.

CLARKSON, Roger M.; MOULE, Alex J.. Sodium hypochlorite and its use as an endodontic irrigant. **Australian Dental Journal**, [s.l.], v. 4, n. 43, p.250-256, ago. 1998.

COTTI, Elisabetta; MEREU, Manuela; LUSSO, Daniela. Regenerative Treatment of an Immature, Traumatized Tooth With Apical Periodontitis: Report of a Case. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 34, n. 5, p.611-616, maio 2008.

CVEK, Miomir. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. **Dental Traumatology**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.45-55, abr. 1992.

DING, Rui Yu et al. Pulp Revascularization of Immature Teeth With Apical Periodontitis: A Clinical Study. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 35, n. 5, p.745-749, maio 2009.

DIOGENES, Anibal; RUPAREL, Nikita B.. Regenerative Endodontic Procedures. **Dental Clinics Of North America**, [s.l.], v. 61, n. 1, p.111-125, jan. 2017.

DRISCOLL, C. O. et al. Effects of sodium hypochlorite solution on root dentine composition. **Journal Of Materials Science: Materials in Medicine**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.219-223, 2002.

DUCRET, Maxime et al. Current challenges in human tooth revitalization. **Bio-medical Materials And Engineering**, [s.l.], v. 28, n. 1, p.159-168, 30 mar. 2017.

EL ASHIRY, Eman A et al. Dental Pulp Revascularization of Necrotic Permanent Teeth with Immature Apices. **Journal Of Clinical Pediatric Dentistry**, [s.l.], v. 40, n. 5, p.361-366, nov. 2016.

ESTEFAN, Bishoy Safwat et al. Influence of Age and Apical Diameter on the Success of Endodontic Regeneration Procedures. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 42, n. 11, p.1620-1625, nov. 2016.

GALLER, K. M. et al. European Society of Endodontology position statement: Revitalization procedures. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 49, n. 8, p.717-723, 23 abr. 2016.

GERGOVA, Raina T. et al. Antimicrobial activity of different disinfection methods against biofilms in root canals. **Journal Of Investigative And Clinical Dentistry**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.254-262, 30 jan. 2015.

GOMES, B. P. F. A. et al. In vitro Blackwell Science, Ltd antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 6, n. 34, p.424-428, set. 2001.

GUERISOLI, Danilo M Zanello; SOUSA NETO, Manoel Damião de; PÉCORA, Jesus Djalma. Ação do hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinária. **Revista de Odontologia da UNAERP**, Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, 1998.

HARGREAVES, Kenneth M.; DIOGENES, Anibal; TEIXEIRA, Fabricio B.. Treatment Options: Biological Basis of Regenerative Endodontic Procedures. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 39, n. 3, p.30-43, mar. 2013.

IWAYA, S.; IKAWA, M.; KUBOTA, M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract. **Dental Traumatology**, v. 17, n. 4, p. 185-187, ago. 2001.

JADHAV, Ganesh; SHAH, Naseem; LOGANI, Ajay. Revascularization with and without Platelet-rich Plasma in Nonvital, Immature, Anterior Teeth: A Pilot Clinical Study. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 38, n. 12, p.1581-1587, dez. 2012

JUNG, Il-young et al. Continued Development of the Root Separated from the Main Root. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 37, n. 5, p.711-714, maio 2011.

KAHLER, Bill; ROSSI-FEDELE, Giampiero. A Review of Tooth Discoloration after Regenerative Endodontic Therapy. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 42, n. 4, p.563-569, abr. 2016.

KONTAKIOTIS, Evangelos G. et al. Regenerative Endodontic Therapy: A Data Analysis of Clinical Protocols. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.146-154, fev. 2015.

LEE, Bor-shiunn et al. The role of organic tissue on the punch shear strength of human dentin. **Journal Of Dentistry**, [s.l.], v. 32, n. 2, p.101-107, fev. 2004.

LENHERR, P. et al. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 45, n. 10, p.942-949, 16 abr. 2012.

LI, Ling et al. Clinical and Radiographic Outcomes in Immature Permanent Necrotic Evaginated Teeth Treated with Regenerative Endodontic Procedures. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.246-251, fev. 2017.

MARENDING, M. et al. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine – mechanical, chemical and structural evaluation. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 40, n. 10, p.786-793, out. 2007

MARTIN, David E. et al. Concentration-dependent Effect of Sodium Hypochlorite on Stem Cells of Apical Papilla Survival and Differentiation. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.51-55, jan. 2014.

MCCABE, P.. Revascularization of an immature tooth with apical periodontitis using a single visit protocol: a case report. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 48, n. 5, p.484-497, 27 ago. 2014.

MELIGY, Omar A.s. El; AVERY, David R.. Comparison of Apexification With Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide. **Pediatric Dentistry**, [s.l.], v. 3, n. 28, p.248-256, maio 2006.

NAGATA, Juliana Yuri et al. Traumatized Immature Teeth Treated with 2 Protocols of Pulp Revascularization. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 40, n. 5, p.606-612, maio 2014.

NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T.. Bovine Teeth as Possible Substitutes in the Adhesion Test. **Journal Of Dental Research**, [s.l.], v. 62, n. 10, p.1076-1081, out. 1983.

PASCON, Fernanda Miori et al. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. **Journal Of Dentistry**, [s.l.], v. 37, n. 12, p.903-908, dez. 2009.

PASHLEY, David; OKABE, Atsuko; PARHAM, Phillip. The relationship between dentin microhardness and tubule density. **Endodontics & Dental Traumatology**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.176-179, out. 1985.

RAJASEKHARAN, S. et al. Biodentine™ material characteristics and clinical applications: a review of the literature. **European Archives Of Paediatric Dentistry**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.147-158, 11 mar. 2014.

SAHEBI, Safoora; MOAZAMI, Fariborz; ABBOTT, Paul. The effects of short-term calcium hydroxide application on the strength of dentine. **Dental Traumatology**, [s.l.], v. 26, n. 1, p.43-46, fev. 2010.

SANO, H. et al. Tensile Properties of Mineralized and Demineralized Human and Bovine Dentin. **Journal Of Dental Research**, [s.l.], v. 73, n. 6, p.1205-1211, jun. 1994.

SAOUD, Tarek Mohamed A. et al. Clinical and Radiographic Outcomes of Traumatized Immature Permanent Necrotic Teeth after Revascularization/Revitalization Therapy. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 40, n. 12, p.1946-1952, dez. 2014.

SCHILKE, Reinhard et al. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. **Archives Of Oral Biology**, [s.l.], v. 5, n. 45, p.355-361, maio 2000.

SHAH, Naseem et al. Efficacy of Revascularization to Induce Apexification/Apexogenesis in Infected, Nonvital, Immature Teeth: A Pilot Clinical Study. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 34, n. 8, p.919-925, ago. 2008.

SHIMIZU, Emi et al. Histologic Observation of a Human Immature Permanent Tooth with Irreversible Pulpitis after Revascularization/Regeneration Procedure. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 38, n. 9, p.1293-1297, set. 2012.

SHIMIZU, Emi et al. Clinical, Radiographic, and Histological Observation of a Human Immature Permanent Tooth with Chronic Apical Abscess after Revitalization Treatment. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 39, n. 8, p.1078-1083, ago. 2013.

SHIN, S. Y.; ALBERT, J. S.; MORTMAN, R. E.. One step pulp revascularization treatment of an immature permanent tooth with chronic apical abscess: a case report. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 42, n. 12, p.1118-1126, dez. 2009.

SIM, T. P. C. et al. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **International Endodontic Journal**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.120-132, mar. 2001.

SLUTZKY-GOLDBERG, Iris et al. Effect of Sodium Hypochlorite on Dentin Microhardness. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 12, n. 30, p.880-882, dez. 2004.

SOUZA, E.M.; CALIXTO, A.M.; LIMA, C.N; PAPPEN, F.G.; DE DEUS, G. Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal treated bovine teeth. **Journal Of Endodontics**, v.40, n.10, p.1600-1603, out. 2014.

THIBODEAU, Blayne; TROPE, Martin. Pulp Revascularization of a Necrotic Infected Immature Permanent Tooth: Case Report and Review of the Literature. **Pediatric Dentistry**, [s.l.], v. 1, n. 29, p.47-50, jan. 2007.

THIBODEAU, Blayne. Case Report: Pulp Revascularization of a Necrotic, Infected, Immature, Permanent Tooth. **Pediatric Dentistry**. 31, 2, 145-148, Mar. 2009

TREVINO, Ernesto G. et al. Effect of Irrigants on the Survival of Human Stem Cells of the Apical Papilla in a Platelet-rich Plasma Arcabouço in Human Root Tips. **Journal Of Endodontics**, [s.l.], v. 37, n. 8, p.1109-1115, ago. 2011.

VIDAL, Cristina de Mattos Pimenta et al. Role of proteoglycans on the biochemical and biomechanical properties of dentin organic matrix. **Archives Of Oral Biology**, [s.l.], v. 82, p.203-208, out. 2017.